

研究班WG「静電浮遊炉WG」の活動報告2009

宇宙航空研究開発機構 石川 毅彦, 岡田 純平, 七尾 進
 東京大学 渡辺 康裕
 芝浦工大 栗林 一彦, 正木 匡彦
 東北大学 福山 博之, 横山 嘉彦, 小畠 秀和
 学習院大学 渡辺 匡人, 水野 章敏
 広島大学 乾 雅祝
 大阪大学 植田 千秋
 (株) IHI エアロスペース 高田 哲也
 住友金属工業(株) 米村 光治

Activities of the electrostatic levitator working group in 2009

Takehiko Ishikawa Junpei Okada Susumu Nanao
 Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), 2-1-1 Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-8505
 E-Mail: Ishikawa.takehiko@jaxa.jp

Yasuhiro Watanabe
 Tokyo University
Kazuhiko Kuribayashi, Tadahiko Masaki
 Shibaura Institute of Technology
Hiroyuki Fukuyama, Yoshihiko Yokoyama, Hidekazu Kobatake
 Tohoku University
Masahito Watanabe, Akitoshi Mizuno
 Kagushuin University
Masanori Inui
 Hiroshima University
Chiaki Uyeda
 Osaka University
Tetsuya Takada
 IHI Aerospace Co. Ltd.
Koji Yonemura
 Sumitomo Kinzoku Co. Ltd.

Abstract: This working group has been established to get fruitful results using an electrostatic levitation furnace (ELF) in the International Space Station. The targets of our group are: (1) expand research area which utilizes ESL, (2) improve techniques of levitation and diagnostics, and (3) identify the necessity of microgravity. Activities of this fiscal year are briefly described in this report.
Key words; Electrostatic levitation, containerless processing

1. ワーキンググループの目的

静電浮遊炉は、国際宇宙ステーション (ISS) に搭載される第2世代の共通実験装置として技術開発が進められてきたが、ISS のスケジュール遅延や経済的事情等によりフライトハードウェアの開発は足踏み状態が続いている。また、地上における浮遊技術の急速な進展¹⁻¹⁰⁾により、微小重力環境の必要性を再確認する必要が生じてきている。こうした状況を踏まえて、本ワーキンググループは

- (1) 国際宇宙ステーションへむけた静電浮遊炉の基礎技術の確立
- (2) 静電浮遊炉利用による科学的成果の創出を行っている。

2. 活動項目

- (1) 放射光設備+静電浮遊炉
 昨年度に引き続き、SPring-8 用静電浮遊炉の開発と実験による液体構造の取得を実施した。
- (2) ISS 搭載用静電浮遊炉
 これまでに開発してきた航空機実験用静電浮遊炉を基に更なる小型化を進めて、JEMに搭載される多目的ラックに搭載可能な静電浮遊炉の技術検討を進めている。
- (3) JAXA 地上用静電浮遊炉を利用した研究
 静電浮遊炉利用拡大の一環として、JAXA 保有の地上用静電浮遊炉のマシントimeをWGメンバ

ーに開放して共同研究を進めている。

3. 今年度の活動

3.1 放射光設備+静電浮遊炉¹¹⁾

12月に放射光施設(SPring-8)と静電浮遊炉を組み合わせた実験を実施した。非晶質用 X 線回折ビームライン(BL04B02:Fig.1)を利用して、ロジウム融体と鉄カーボン融体の静的構造因子を取得した。

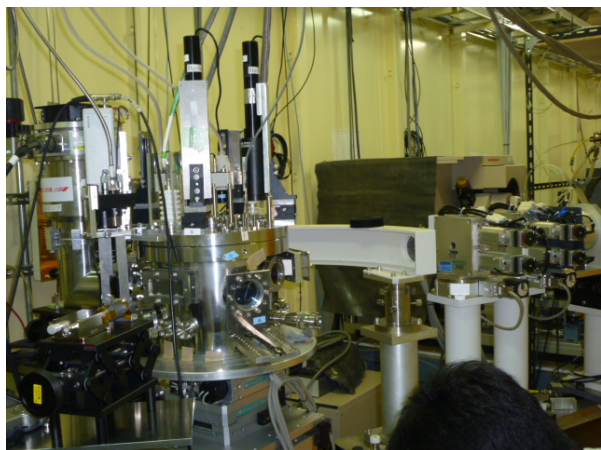


Fig.1 SPring-8 のビームライン (BL04B02) に設置した静電浮遊炉

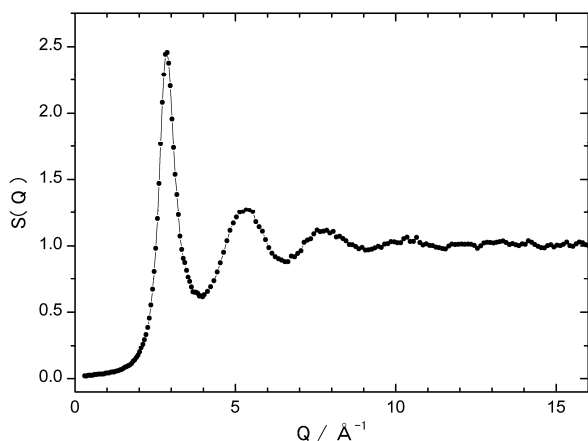


Fig. 2 Rh 融体(1980 度)の静的構造因子 S(Q)

Fig. 2 にデータ補正後 (バックグラウンド補正、吸収補正、偏光補正) のロジウム融体の静的構造因子 S(Q)を示す。

3.2 ISS 搭載用静電浮遊炉の技術検討

航空機実験用静電浮遊炉を更に小型化し、多目的ラックの実験スペースに収納することを計画している。これにより、専用ラック製作のコストが削減できる。昨年度小型化した位置検出センサ、

加熱レーザー及び高速高電圧アンプに加え、今年度は制御コンピュータの小型化を行った(Fig.3)。



Fig.3 試作した制御コンピュータ。180×130×60

小型化した要素については、3月に航空機実験を行って微小重力下での機能確認を実施する予定である。

また、全体の設計を行って、スペース・電力および開発コストの制約から機能のトレードオフを行った。その結果、ISS では主に地上では浮遊溶融が困難な酸化物・合金を(不活性)ガス環境下でプロセスする実験を中心とし、真空ポンプを搭載しない構成とすることとした。Fig.4 に多目的ラックへの搭載検討図を示す。

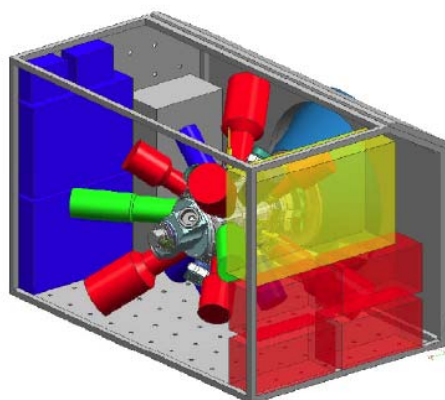


Fig.4 多目的ラック収納型静電浮遊炉搭載検討図

JAXA 地上用静電浮遊炉を利用した研究

筑波宇宙センターの静電浮遊炉を用いて以下の実験を実施している。

- ZrCuAl 系金属ガラス試料の熱物性測定
- 高融点金属・合金 (V,NbZr,NbNi) の熱物性測定

Fig.5 に NbNi 合金融体の粘性測定結果を示す。¹²⁾

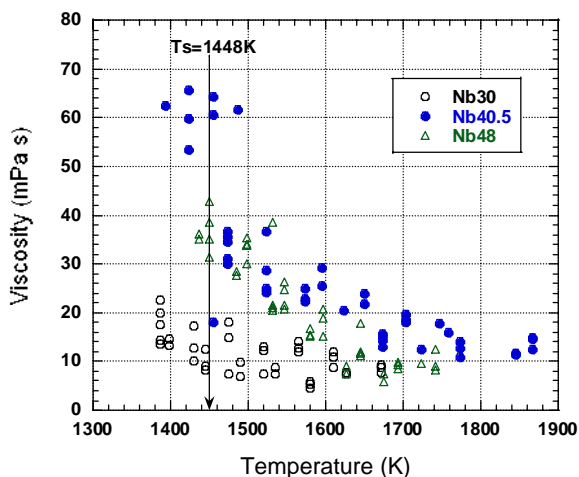


Fig.5 NbNi 融体の粘性係数温度依存性

3. 4 その他

2009年5月にSPring-8の利用者を中心として組織された、不規則系物質先端科学研究会との合同研究会を筑波で開催し、特に放射光を利用した静電浮遊炉実験について今後の方針についての議論を行った。研究会については、今年度末にまとめの会合を予定している。

4. 今後の取り組み

現在、2013年の装置打ち上げを目指して、今年度末に所定の審査会を行い、技術的目処および予算上の目処を得た上で、来年度からプロジェクトに移行して本格的な開発に入ることを希望している。

5. 謝辞

本WGは宇宙環境利用科学委員会その他、以下の研究助成の下で進められており、ここに感謝の意を表します。

- ・ 科学研究費補助金基盤研究(B)(21360104)
- ・ 科学研究費補助金萌芽研究(17656260)
- ・ 科学研究費補助金若手研究(B) (20760504)

参考文献

- 1) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, S. Yoda, *Rev. Sci. Instrum.*, **72**, No.6(2001), 2811- 2815.
- 2) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Ishikawa, T. Aoyama, S. Yoda, J.K.R. Weber, *J. Cryst. Growth*, **249** (2003), 523-530.
- 3) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Ishikawa, T. Aoyama, and S. Yoda, *Appl. Phys. A*, **79** (2004), 1965-1969.
- 4) P. -F. Paradis, J. Yu, T. Aoyama, T. Ishikawa, S. Yoda, *J. Am. Ceram. Soc.* **86** (2003), 2234-2236.
- 5) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, *Measurement Science and Technology*, **16** (2005), 452-456.
- 6) T. Ishikawa, P. -F. Paradis, T. Itami, and S. Yoda, *Measurement Science and Technology*, **16** (2005), 443-451.
- 7) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, R. Fujii, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett* **86**(2005), 41901.
- 8) T. Ishikawa, P. -F. Paradis, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett*, **85** (2004), 5866-5868 .
- 9) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, and S. Yoda, *J. Appl. Phys.*, **97** (2005), 106101.
- 10) P. -F. Paradis, T. Ishikawa, and S. Yoda, *Appl. Phys. Lett.*, **83**(2003), 4047-4049.
- 11) T. Masaki, T. Ishikawa, and S. Yoda, *J. Jpn. Microgr. Appl.* **23** (2006), 2
- 1) Y. Watanabe, J.-T. Okada, T. Ishikawa, T. Itami, Proc. of the 30th Japan Symposium on Thermophysical Properties, Oct.28-30, 2009, Yonezawa, p109.